

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

PCT/JP2004/000198

14. 1. 2004

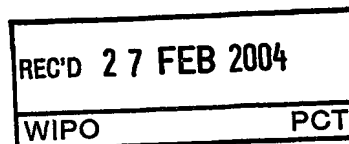
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 1月17日
Date of Application:

出願番号 特願2003-009718
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP2003-009718]

出願人 ソニー株式会社
Applicant(s):

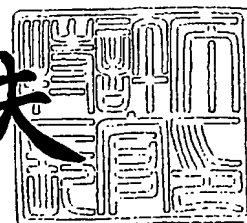


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 2月13日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2004-3008989



【書類名】 特許願

【整理番号】 0290756401

【提出日】 平成15年 1月17日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 15/00

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
 内

 【氏名】 黒田 大介

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
 内

 【氏名】 湊 篤郎

【特許出願人】

 【識別番号】 000002185

 【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100069051

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 小松 祐治

 【電話番号】 0335510886

【選任した代理人】

 【識別番号】 100116942

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 岩田 雅信

 【電話番号】 0335510886

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 048943

 【納付金額】 21,000円



【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0117652

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ズームレンズ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 物体側より順に配列された、正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、

負の屈折力を有し、主としてズーミング（変倍）を行うために光軸方向に移動可能とされた第 2 レンズ群と、

正の屈折力を有する第 3 レンズ群と、

負の屈折力を有し、ズーミング中における焦点位置の変動を補正すると共に焦点合わせを行うために光軸方向に移動可能とされた第 4 レンズ群と、

正の屈折力を有する第 5 レンズ群とから成り、

上記第 1 レンズ群は、物体側から順に配列された凹レンズと凸レンズと真ん中に特殊低分散ガラスから成るレンズを挟み込んだ 3 枚接合レンズを少なくとも 1 つずつ有する

ことを特徴とするズームレンズ。

【請求項 2】 上記第 1 レンズ群内における 3 枚接合レンズが、

物体側より順に配列された第 1 の凹レンズ A 1 と特殊低分散ガラスで形成された凸レンズ A 2 と第 2 の凹レンズ A 3 とを有し、

上記第 1 の凹レンズ A 1 と凸レンズ A 2 が以下の条件式（1）、（2）を満足する材料で形成された

ことを特徴とする請求項 1 に記載のズームレンズ。

$$(1) \quad n_1 - n_2 > 0.3$$

$$(2) \quad v_1 - v_2 > 40$$

但し、C 線、d 線、F 線、g 線における屈折率をそれぞれ n_C 、 n_d 、 n_F 、 n_g として、

n_x ：レンズ A_x（3 枚接合レンズのうち物体側より x 番目のレンズ。以下同じ）の d 線における屈折率 n_d

v_x ：レンズ A_x の d 線におけるアッベ数 $v_d = (n_d - 1) / (n_F - n_C)$

とする。

【請求項 3】 上記第 1 レンズ群内における 3 枚接合レンズが、
物体側より順に配列された第 1 の凹レンズ A 1 と特殊低分散ガラスで形成され
た凸レンズ A 2 と第 2 の凹レンズ A 3 とから成り、
上記凸レンズ A 2 と第 2 の凹レンズ A 3 とが以下の条件式 (3)、(4)、(5) を満足する材料で形成された
ことを特徴とする請求項 1 に記載のズームレンズ。

$$(3) \quad |n_2 - n_3| < 0.1$$

$$(4) \quad v_{23} > 80$$

$$(5) \quad \Delta P_{23} > 0.03$$

但し、C 線、d 線、F 線、g 線における屈折率をそれぞれ n_C 、 n_d 、 n_F 、 n_g として、

n_x : レンズ A_x (3 枚接合レンズのうち物体側より x 番目のレンズ。以下同じ) の d 線における屈折率 n_d

v_x : レンズ A_x の d 線におけるアッベ数 $v_d = (n_d - 1) / (n_F - n_C)$

P_x : レンズ A_x の部分分散比 $P = (n_g - n_F) / (n_F - n_C)$

とする。

【請求項 4】 上記第 1 レンズ群内における 3 枚接合レンズが、
物体側より順に配列された第 1 の凹レンズ A 1 と特殊低分散ガラスで形成された凸レンズ A 2 と第 2 の凹レンズ A 3 とから成り、
上記凸レンズ A 2 と第 2 の凹レンズ A 3 とが以下の条件式 (3)、(4)、(5) を満足する材料で形成された
ことを特徴とする請求項 2 に記載のズームレンズ。

$$(3) \quad |n_2 - n_3| < 0.1$$

$$(4) \quad v_{23} > 80$$

$$(5) \quad \Delta P_{23} > 0.03$$

但し、C 線、d 線、F 線、g 線における屈折率をそれぞれ n_C 、 n_d 、 n_F 、 n_g として、

n_x : レンズ A_x (3枚接合レンズのうち物体側より x 番目のレンズ。以下同じ) の d 線における屈折率 n_d

v_x : レンズ A_x の d 線におけるアッペ数 $v_d = (n_d - 1) / (n_F - n_C)$


P_x : レンズ A_x の部分分散比 $P = (n_g - n_F) / (n_F - n_C)$ とする。

【請求項 5】 上記第 1 レンズ群が、物体側から順に配列された、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第 1 レンズと、凸レンズの第 2 レンズと、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第 3 レンズと、凸レンズの第 4 レンズと、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第 5 レンズ、凸レンズの第 6 レンズ及び物体側に凹面を向けた凹メニスカスレンズの第 7 レンズから成る 3 枚接合レンズと、凸レンズの第 8 レンズとによって構成されたことを特徴とする請求項 1 に記載のズームレンズ。

【請求項 6】 上記第 1 レンズ群が、物体側から順に配列された、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第 1 レンズと、凸レンズの第 2 レンズと、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第 3 レンズと、凸レンズの第 4 レンズと、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第 5 レンズ、凸レンズの第 6 レンズ及び物体側に凹面を向けた凹メニスカスレンズの第 7 レンズから成る 3 枚接合レンズと、凸レンズの第 8 レンズとによって構成されたことを特徴とする請求項 2 に記載のズームレンズ。

【請求項 7】 上記第 1 レンズ群が、物体側から順に配列された、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第 1 レンズと、凸レンズの第 2 レンズと、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第 3 レンズと、凸レンズの第 4 レンズと、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第 5 レンズ、凸レンズの第 6 レンズ及び物体側に凹面を向けた凹メニスカスレンズの第 7 レンズから成る 3 枚接合レンズと、凸レンズの第 8 レンズとによって構成されたことを特徴とする請求項 3 に記載のズームレンズ。

【請求項 8】 上記第 1 レンズ群が、物体側から順に配列された、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第 1 レンズと、凸レンズの第 2 レンズと、物



体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第3レンズと、凸レンズの第4レンズと、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第5レンズ、凸レンズの第6レンズ及び物体側に凹面を向けた凹メニスカスレンズの第7レンズから成る3枚接合レンズと、凸レンズの第8レンズとによって構成された

ことを特徴とする請求項4に記載のズームレンズ。

【請求項9】 上記第1レンズ群が、物体側から順に配列された、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第1レンズと、凸レンズの第2レンズと、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第3レンズ及び凸レンズの第4レンズの接合レンズと、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第5レンズ、凸レンズの第6レンズ及び物体側に凹面を向けた凹メニスカスレンズの第7レンズから成る3枚接合レンズと、凸レンズの第8レンズとによって構成された

ことを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。


【請求項10】 上記第1レンズ群が、物体側から順に配列された、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第1レンズと、凸レンズの第2レンズと、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第3レンズ及び凸レンズの第4レンズの接合レンズと、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第5レンズ、凸レンズの第6レンズ及び物体側に凹面を向けた凹メニスカスレンズの第7レンズから成る3枚接合レンズと、凸レンズの第8レンズとによって構成された

ことを特徴とする請求項2に記載のズームレンズ。

【請求項11】 上記第1レンズ群が、物体側から順に配列された、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第1レンズと、凸レンズの第2レンズと、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第3レンズ及び凸レンズの第4レンズの接合レンズと、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第5レンズ、凸レンズの第6レンズ及び物体側に凹面を向けた凹メニスカスレンズの第7レンズから成る3枚接合レンズと、凸レンズの第8レンズとによって構成された

ことを特徴とする請求項3に記載のズームレンズ。

【請求項12】 上記第1レンズ群が、物体側から順に配列された、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第1レンズと、凸レンズの第2レンズと、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第3レンズ及び凸レンズの第4レン



ズの接合レンズと、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第5レンズ、凸レンズの第6レンズ及び物体側に凹面を向けた凹メニスカスレンズの第7レンズから成る3枚接合レンズと、凸レンズの第8レンズとによって構成されたことを特徴とする請求項4に記載のズームレンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は新規なズームレンズに関する。詳しくは、超広角域から超望遠域までをカバーする広角高倍率のビデオカメラ用として最適なズームレンズに関する。

【0002】

【従来の技術】

民生用のビデオカメラ用のズームレンズの設計において、小型化された撮像素子の利点を生かす方向として、ズーム比（変倍率）が同じでより小型化を目指す方向と、実用的な大きさの中でズーム比のより高倍率化を目指す方向とがある。

【0003】


後者のより高倍率なズームレンズを実現する技術の一例として、特許文献1に記載されたものがある。このズームレンズは、物体側より順に正、負、正、負、正の屈折力配置の5つのレンズ群から成り、少なくとも第2レンズ群と第4レンズ群を移動させてズーミング（変倍）とフォーカシング（焦点合わせ）を行うことにより、約20倍のズーム比を得るようにしたものである。

【0004】

しかしながら、撮像素子のさらなる小型化を生かして、高倍率化をさらに進めて、例えば、40倍のズーム比を得ようとして、特許文献1の技術をそのまま適用しよとすると、次のような問題が生じていた。すなわち、ズーミングによる収差変動や、望遠端での色収差及び球面収差などを補正することができなかった。そのため、特許文献1の技術では、ズームレンズの実用的な大きさを維持した上での高倍率化は20倍くらいが限界であった。

【0005】

そこで、特許文献2に記載された技術にあっては、高倍率化に際しての問題で



あったズームングによる収差変動や、望遠端での色収差及び球面収差などを補正するために、第3レンズ群及び第5レンズ群に非球面レンズを導入し、且つ、アッペ数が大きく異常部分分散性を有する材料を多数使用することによって、広角端においては85度以上の画角と40倍のズーム比を実現している。

【0006】**【特許文献1】**

特開平8-5913号公報

【特許文献2】

特開2000-105336号公報

【0007】**【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、上記特許文献2に示された技術にあつては、アッペ数が大きく異常部分分散性を持つ特殊低分散ガラスを3枚使用している。この特殊低分散ガラスは、周知の通り、材質が柔らかく耐潜傷性が低いので、レンズ製造時の超音波洗浄中に潜傷が発生しやすい。また、熱膨張係数が大きく、レンズコーティングをするための蒸着工程時に真空チャンバー内で加熱し、蒸着後直ぐに真空チャンバー内に空気を流入させて急冷すると、クラックが発生しやすいため、蒸着後に真空チャンバー内に長時間放置して徐冷しなければならず、蒸着サイクルが長くかかって生産性に問題があり、ひいては、コストに影響するという問題がある。

【0008】

従って、特殊低分散ガラス製のレンズを3枚使用する特許文献2に示されたズームレンズでは大量生産が不可能であり、民生用のズームレンズとしては不向きである。

【0009】

そこで、本発明は、上記した問題点に鑑み、画角が広角端において82度以上、望遠端において2.6度以下と超広角域から超望遠域までをカバーできて40倍程度のズーム比を有しつつ、各種収差が良好に補正されていて、量産性に優れたズームレンズを提供することを課題とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

本発明ズームレンズは、上記した課題を解決するために、物体側より順に配列された、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有し、主としてズーミングを行うために光軸方向に移動可能とされた第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、負の屈折力を有し、ズーミング中における焦点位置の変動を補正すると共に焦点合わせを行うために光軸方向に移動可能とされた第4レンズ群と、正の屈折力を有する第5レンズ群とから成り、上記第1レンズ群は、物体側から順に配列された凹レンズと凸レンズと真ん中に特殊低分散ガラスから成るレンズを挟み込んだ3枚接合レンズを少なくとも1つずつ有するものである。

【0011】

従って、本発明ズームレンズにあっては、画角が広角端において82度以上、望遠端において2.6度以下と超広角域から超望遠域までをカバーできて40倍程度のズーム比を有しつつ、各種収差が良好に補正されていると共に、特殊低分散ガラス製のレンズは3枚接合レンズの真ん中に位置されるので、レンズ研磨時や超音波洗浄中に発生した傷や潜傷を接合レンズ間に位置する接着材によって埋めることができ、且つ、接合することによって、コーティングも必要なくなる。


【0012】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明ズームレンズの実施の形態を添付図面を参照して説明する。なお、図1乃至図4は第1の実施の形態を示し、図5乃至図8は第2の実施の形態を示し、図9乃至図12は第3の実施の形態を示すものである。

【0013】

以下の説明において、「 s_i 」は物体側から数えて i 番目の面を、「 r_i 」は上記面「 s_i 」の曲率半径を、「 d_i 」は物体側から i 番目の面と $i+1$ 番目の面との間の光軸上における面間隔を、「 n_i 」は物体側から i 番目のレンズの d 線（波長587.6nm）における屈折率を、「 v_i 」は物体側から i 番目のレンズの d 線におけるアッペ数を、「 f 」はレンズ全系の焦点距離を、「 Fno 」



は開放F値を、「 ω 」は半画角を、それぞれ示す。

【0014】

第1、第2及び第3の実施の形態に係るズームレンズ1、2、3は、図1、図5及び図9に示すように、物体側より順に配列された、正の屈折力を有する第1レンズ群G_{r1}と、負の屈折力を有し、主としてズーミング（変倍）を行うために光軸方向に移動可能とされた第2レンズ群G_{r2}と、正の屈折力を有する第3レンズ群G_{r3}と、負の屈折力を有し、ズーミング中における焦点位置の変動を補正すると共に焦点合わせを行うために光軸方向に移動可能とされた第4レンズ群G_{r4}と、正の屈折力を有する第5レンズ群G_{r5}とから成る光学系を有する。

【0015】


上記第1レンズ群G_{r1}は、物体側から順に配列された、凹レンズと凸レンズと真ん中に特殊低分散ガラスを挟み込んだ3枚接合レンズを少なくとも1つづつ有する。

【0016】

第1の実施の形態及び第2の実施の形態に係るズームレンズ1及び2にあって、第1レンズ群G_{r1}は、物体側から順に配列された、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第1レンズL₁と、凸レンズの第2レンズL₂と、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第3レンズL₃と、凸レンズの第4レンズL₄と、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第5レンズL₅、凸レンズの第6レンズL₆及び物体側に凹面を向けた凹メニスカスレンズの第7レンズL₇から成る3枚接合レンズT₁と、凸レンズの第8レンズL₈との6群8枚のレンズによって構成される。

【0017】

また、第3の実施の形態に係るズームレンズ3にあって、第1レンズ群G_{r1}は、物体側から順に配列された、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第1レンズL₁と、凸レンズの第2レンズL₂と、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第3レンズL₃及び凸レンズの第4レンズL₄の接合レンズT₂と、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第5レンズL₅、凸レンズの第6



レンズL 6及び物体側に凹面を向けた凹メニスカスレンズの第7レンズL 7から成る3枚接合レンズT 1と、凸レンズの第8レンズL 8との5群8枚のレンズによって構成される。

【0018】

第2レンズ群Gr 2は、物体側から順に配列された、凹レンズの第9レンズL 9と、凹レンズの第10レンズL 10及び凸レンズの第11レンズL 11の接合レンズT 3との3枚のレンズによって構成される。

【0019】

第3レンズ群は、物体側から順に配列された、凸レンズの第12レンズL 12と、凹レンズの第13レンズ及び凸レンズの第14レンズL 14の接合レンズT 4との3枚のレンズによって構成される。

【0020】

第4レンズ群Gr 4は、物体側から順に配列された、凹レンズの第15レンズL 15と、凹レンズの第16レンズL 16及び凸レンズの第17レンズL 17の接合レンズT 5との3枚のレンズによって構成される。

【0021】

第5レンズ群Gr 5は、物体側より順に配列された、凸レンズの第18レンズL 18と、凸レンズの第19レンズL 19及び凹レンズの第20レンズL 20の接合レンズT 6との3枚のレンズによって構成される。

【0022】

そして、第1レンズ群Gr 1は、第1レンズL 1乃至第3レンズL 3から成る負の屈折力を有する前群と、第4レンズL 4乃至第8レンズL 8から成る正の屈折力を有する後群とに分けることができる。

【0023】

第1レンズ群Gr 1の上記前群は、凹レンズと凸レンズを少なくとも1つずつ有することを特徴とする。物体側から順に配列された凹レンズ（第1レンズL 1）と凸レンズ（第2レンズL 2）によって、広角域においては、凹レンズによって主光線の傾きを緩くすることで、像面湾曲の補正を容易にすると共に、凸レンズL 2の作用で歪曲収差の補正が容易になる。また、望遠側では、第1レンズ群



G r 1 が正の屈折力を持つことからアンダー側の球面収差が発生しやすいが、物体寄りに配置された凹レンズの作用で、この球面収差の補正を容易にしている。

【0024】

また、第1レンズ群G r 1の前群は、強い負の屈折力を有するにもかかわらず、樽側の歪曲収差の発生を極力抑制するために、第1レンズL 1と第3レンズL 3が物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズとされており、さらに、広角端における歪曲収差を正の屈折力で補正する必要があるため、凸レンズである第2レンズL 2によってこれを補正している。

【0025】

望遠端における色収差の補正及び2次スペクトルの補正には、レンズ系の前群の凸レンズにアッベ数が大きく、異常部分分散性を持つ材質を用いることが効果的であることが公知である。

【0026】

しかしながら、ズームレンズ1、2及び3にあっては、望遠端において、入射光束は3枚接合レンズT 1でもっとも拡がるようになっている。従って、望遠端における色収差は3枚接合レンズT 1の構成によって支配されるので、3枚接合レンズT 1の材質を一般的な望遠レンズにおける2次スペクトルの補正に適した材質とすること、すなわち、

- (1) $n_1 - n_2 > 0.3$
- (2) $v_1 - v_2 > 40$
- (3) $|n_2 - n_3| < 0.1$
- (4) $v_{23} > 80$
- (5) $\Delta P_{23} > 0.03$

の各条件式を満足する材質構成を有することが必要である。

【0027】

但し、C線、d線、F線、g線における屈折率をそれぞれ n_C 、 n_d 、 n_F 、 n_g として、

n_x : レンズA_x (3枚接合レンズのうち物体側よりx番目のレンズ。以下同じ) のd線における屈折率 n_d

v_x : レンズA_xのd線におけるアッペ数 $v_d = (n_d - 1) / (n_F - n_C)$
)

P_x : レンズA_xの部分分散比 $P = (n_g - n_F) / (n_F - n_C)$
とする。

【0028】

また、3枚接合レンズT1の凸レンズA2（第6レンズL6）と第2の凹レンズA3（第7レンズL7）を薄肉密着系と考えると、凸レンズA2と第2の凹レンズA3とで1つの仮想の硝材A23とみなすことができる。

【0029】

そこで、

f_x : レンズA_xの焦点距離

として、

上記仮想の硝材A23の焦点距離は次の(6)式によって、そして、分散値は下記の(7)式によって求められ、

$$(6) \quad 1/f_{23} = 1/f_2 + 1/f_3$$

$$(7) \quad 1/f_{23} \cdot v_{23} = 1/f_2 \cdot v_2 + 1/f_3 \cdot v_3$$

その値を用いて、部分分散比P₂₃は、

$$(8) \quad P_{23} = (f_2 \cdot v_2 \cdot P_3 + f_3 \cdot v_3 \cdot P_2) / (f_2 \cdot v_2 + f_3 \cdot v_3)$$

で求められる。

【0030】


そこで、図13においては、横軸にアッペ数vを、縦軸に屈折率nをとって、また、図14においては、横軸にアッペ数vを、縦軸に部分分散比Pをとって、HOYA株式会社の製品である硝材の一部を示したとき、図14において硝材C7とF2を通る標準線をPbaseとすると、

$$P_{base} = -0.00174906 \times v_{23} + 0.64662907$$

となり、

このとき、

$$\Delta P_{23} = P_{23} - P_{base}$$



である。

【0031】

そこで、図14に示す硝材から凸レンズA2（第6レンズL6）と第2の凹レンズA3（第7レンズL7）の硝材を任意に選び、これら2つの硝材を結ぶ直線が標準線Pbaseの傾きに比べてなだらかであれば、標準線Pbase上で色消しを行ったときより、2次スペクトルは減少する。

【0032】

上記条件式（1）と（2）は、1次の色消し条件であり、望遠側における1次の色収差を補正するのに必要な条件である。条件式（1）及び（2）を満たさない場合は、望遠端における色収差が顕著になり、40倍という高変倍率を実現することができなくなる。

【0033】

ズームレンズ1、2及び3においては、3枚接合レンズT1の真ん中のレンズA2（第6レンズL6）に特殊低分散ガラス、例えば、FCD1やFCD10を用いることが前提であり、且つ、条件式（1）、（2）を満たすためには、第1の凹レンズA1（第5レンズL5）には、例えば、フリント系のFDS60、FDS90、TaFD30やFDS1以外の硝材は除外される。

【0034】

上記条件式（3）、（4）、（5）は、2次の色消し条件であり、望遠側における2次の色収差を補正するのに必要な条件である。条件式（3）を満たさない場合は、望遠側における球面収差、コマ収差、軸上色収差を補正することが困難になる。条件式（4）と（5）を満たすときは凸レンズA2（第6レンズL6）と第2の凹レンズA3（第7レンズL7）の硝材を結ぶ直線の傾きが図14に示す標準線Pbaseの傾きに比べてなだらかになり、2次スペクトルの減少に寄与する。このようにするには、特殊低分散ガラス製の凸レンズA2（L6）と第2の凹レンズA3（L7）の硝材を条件式（3）と $|P2 - P3| < 0.03$ を満たすように選択することによって、所望の構成を得ることができる。

【0035】

ズームレンズ1、2及び3においては、3枚接合レンズT1の真ん中のレンズ

A2 (L6) に特殊低分散ガラスである FCD1 や FCD10 を用いることが前提であり、且つ、条件式 (4)、(5) を満たすためには、条件式 (3) と $|P2 - P3| < 0.03$ を満たすよう硝材を選択することが必要である。そのためには、第2の凹レンズ A3 (L7) にはクラウン系で、且つ、図14で標準線 Pbase より上側に位置する硝材を用いることが必要である。なお、条件式 (4)、(5) を満たさない場合には、凸レンズ A2 (L6) の硝材と第2の凹レンズ A3 (L7) の硝材を結ぶ直線の傾きが図14に示す標準線 Pbase の傾きと同じようになり、2次スペクトルの補正が困難になる。


【0036】

以上のことより、3つのレンズを張り合わせて3枚接合レンズ T1 を構成するための各レンズの硝材には以下の組み合わせが考えられる。すなわち、第1の凹レンズ A1 (L5) にはフリント系の FDS90 や FDS1 を用い、凸レンズ A2 (L6) には特殊低分散ガラスの FCD1 や FCD10 を用い、第2の凹レンズ A3 (L7) にはクラウン系で、且つ、図14の標準線 Pbase より上側に位置する BSC7、C3 や CF6 などを用いることが考えられる。

【0037】

ここで、注目すべき点は、特殊低分散ガラスを3枚接合レンズ T1 の凸レンズ A2 (L6) に用いている点である。特殊低分散ガラスは材質が柔らかく耐潜傷性が低いので、レンズ製造時に行う超音波洗浄において潜傷が発生しやすいが、両面から一般的なガラスから成るレンズ A1 (L5)、A3 (L7) で挟み込むことで、多少の欠落が発生したとしても接着剤で埋めることが可能である。また、特殊低分散ガラスは熱膨張係数が大きいので、レンズコーティングのための蒸着工程において真空中でレンズを加熱し、蒸着後直に空気を流入させると、空気によって急冷されてクラックが発生し易いという問題があるが、両面に一般的なガラスから成るレンズを接着することによってコーティング自体が不要になる。これらの理由によって、大量生産には不向きである特殊低分散ガラスではあるが、これを3枚接合レンズ T1 の真ん中に使用することによって、量産性に優れたものとすることができる。

【0038】



広角側における球面収差とコマ収差の補正に関し、ズームレンズ1、2及び3にあっては、第3レンズ群Gr3を構成する第12レンズL12乃至第14レンズL14の各面のうち、少なくとも1の面を非球面によって構成すると共に、該非球面によって構成された面のうち、少なくとも1の面を有効径において近軸球面の深さより浅い非球面形状にした。

【0039】

第2レンズ群Gr2を出た発散光束を収収光束に転じて第4レンズ群Gr4に送る働きをする第3レンズ群Gr3は、強い正の屈折力を有し、また、広角端においてはもっとも光束が広がる部分であるので、広角端における球面収差とコマ収差に関して支配的な影響力を有する部分である。従って、発散光束を収収光束に緩やかに転じさせるためには、第3レンズ群Gr3の正の屈折力を2つのレンズ群に分けて分担させ、さらに、その一方の群に負の屈折力を有する接合面を設けるようにすることが有効である。そこで、ズームレンズ1、2及び3にあっては、第3レンズ群Gr3を、凸レンズ（第12レンズL12）と、凹レンズ（第13レンズL13）及び凸レンズ（第14レンズL14）の接合レンズT4とによって構成し、球面収差の発生とコマ収差の発生を抑制するようにしている。

【0040】

そして、さらに、万全を期するために、上記したように、第12レンズL12乃至第14レンズL14の各面s21乃至s25のうちの少なくとも1の面を非球面とすると共に、該非球面とされた面のうちの少なくとも1の面を有効径において近軸球面の深さより浅い非球面形状にしている。

【0041】

広角端における非点収差と歪曲収差の補正に関し、ズームレンズ1、2及び3にあっては、第5レンズ群Gr5を構成する第18レンズL18乃至第20レンズL20の各面のうちの少なくとも1の面を非球面によって構成すると共に、該非球面によって構成された面のうちの少なくとも1の面を有効径において近軸球面の深さより浅い非球面形状としている。

【0042】

第4レンズ群Gr4で外側に跳ね上げられた主光線は、第5レンズ群Gr5に

において、最大像高より光線高が高くなり、射出瞳が像面より後側になるように第5レンズ群Gr5で折り曲げる必要がある。従って、主光線が緩やかに折れ曲がるようにするために、第5レンズ群Gr5においては、正の屈折力を2つのレンズ群に分けて分担させ、その一方のレンズ群に負の屈折力を有する接合面を設けるようにする。そこで、第5レンズ群Gr5を凸レンズ（第18レンズL18）と、凸レンズ（第19レンズL19）及び凹レンズ（第20レンズL20）の接合レンズT6とによって構成し、非点収差及び歪曲収差の発生を抑制するようにしている。

【0043】

そして、さらに万全を期すために、上記したように、第18レンズL18乃至第20レンズL20の各面s32乃至s35のうちの少なくとも1の面を非球面とすると共に、該非球面とされた面のうちの少なくとも1の面を有効径において近軸球面の深さより浅い非球面形状とした。

【0044】

次に、各実施の形態にかかるズームレンズ1、2及び3の数値実施例について説明する。なお、図1、図5及び図9において、IRは第3レンズ群の直前に固定された絞り、FLは像面IMGの前に介挿されたフィルタである。

【0045】

各実施の形態において用いられるレンズには、レンズ面が非球面によって構成されるものも含まれる。そこで、非球面形状は、非球面の深さを「x」、光軸からの高さを「H」とすると、

$$x = H^2 / r_i \cdot \{ 1 + (1 - H^2 / r_i^2)^{1/2} \} + A_4 \cdot H^4 + A_6 \cdot H^6 + A_8 \cdot H^8 + A_{10} \cdot H^{10}$$

によって定義されるものとする。なお、A4、A6、A8及びA10は、それぞれ4次、6次、8次及び10次の非球面係数である。

【0046】

表1に第1の実施の形態にかかるズームレンズ1の数値実施例における各値を示す。

【0047】

【表 1】

s i	r i	d i	n i	v i
s 1	r 1=135.0548	d 1=1.6367	n 1=1.58913	v 1=61.3
s 2	r 2=21.9858	d 2=6.3098		
s 3	r 3=87.9983	d 3=2.7379	n 2=1.65844	v 2=50.9
s 4	r 4=-151.9657	d 4=0.2842		
s 5	r 5=54.8202	d 5=1.0690	n 3=1.69680	v 3=55.5
s 6	r 6=27.0625	d 6=6.3819		
s 7	r 7=55.0902	d 7=2.9200	n 4=1.48749	v 4=70.4
s 8	r 8=-47.7401	d 8=0.3016		
s 9	r 9=22.1424	d 9=0.9025	n 5=1.84666	v 5=23.8
s 10	r 10=15.9194	d 10=5.1095	n 6=1.45650	v 6=90.3
s 11	r 11=-22.6561	d 11=0.6837	n 7=1.51680	v 7=64.2
s 12	r 12=-124.6613	d 12=0.3247		
s 13	r 13=15.9313	d 13=2.3449	n 8=1.48749	v 8=70.4
s 14	r 14=-183.8100	d 14=0.5368		
s 15	r 15=91.4222	d 15=0.2735	n 9=1.88300	v 9=40.8
s 16	r 16=3.6956	d 16=1.0809		
s 17	r 17=-4.6904	d 17=0.9454	n 10=1.77250	v 10=49.6
s 18	r 18=3.3394	d 18=1.6882	n 11=1.84666	v 11=23.8
s 19	r 19=45.5199	d 19=14.8645		
s 20 絞り	r 20= ∞	d 20=0.6047		
s 21	r 21=11.1968	d 21=1.3505	n 12=1.58913	v 12=61.3
s 22	r 22=-10.4032	d 22=0.2665		
s 23	r 23=11.0257	d 23=0.5414	n 13=1.84666	v 13=23.8
s 24	r 24=5.2712	d 24=1.3392	n 14=1.58913	v 14=61.3
s 25	r 25=-13.1584	d 25=0.4727		
s 26	r 26=-12.2901	d 26=0.4840	n 15=1.80420	v 15=46.5
s 27	r 27=11.4654	d 27=0.6227		
s 28	r 28=-14.1912	d 28=1.4856	n 16=1.64769	v 16=33.8
s 29	r 29=4.9588	d 29=1.4856	n 17=1.84666	v 17=23.8
s 30	r 30=165.9091	d 30=6.8242		
s 31	r 31=13.0236	d 31=1.5531	n 18=1.48749	v 18=70.4
s 32	r 32=-8.8958	d 32=0.3449		
s 33	r 33=5.1931	d 33=2.0490	n 19=1.58913	v 19=61.3
s 34	r 34=-4.9541	d 34=0.7020	n 20=1.84666	v 20=23.8
s 35	r 35=-146.0034	d 35=1.2800		
s 36 フィルタ	r 36= ∞	d 36=1.6731	n FL=1.51680	v FL=64.2
s 37 フィルタ	r 37= ∞			

【0048】

上記表 1 に示すように、ズームレンズ 1 のズーミング及びフォーカシングに伴う動作によって、面間隔 d 14、d 19、d 25 及び d 30 は可変 (v a r i a

b1e) となる。そこで、表2に広角端 ($f=1.00$)、望遠端 ($f=39.02$) 及び広角端と望遠端との中間焦点位置 ($f=17.45$) における $d14$ 、 $d19$ 、 $d25$ 及び $d30$ の各値を示す。

【0049】

【表2】

焦点距離 (f)	1.00	17.45	39.02
画角 (2ω)	82.95	5.71	2.50
d14	0.5368	12.8688	14.1923
d19	14.8645	2.5320	1.2091
d25	0.4727	5.5619	3.5454
d30	6.8242	1.7355	3.7528

【0050】

また、第3レンズ群 Gr3 及び第5レンズ群 Gr5 において第13レンズ L13 の面 s21 及び第19レンズ L19 の面 s33 は非球面に形成されている。表3に上記面 s21 及び s33 の4次、6次、8次、10次の非球面係数 A4、A6、A8、A10を示す。

【0051】

【表3】

非球面係数	A4	A6	A8	A10
s21	-6.270E-04	-1.815E-05	3.070E-06	-1.531E-07
s33	1.307E-04	-4.900E-05	1.077E-05	-2.187E-07

【0052】

なお、上記表3中の「E」は、10を底とする指数表現を意味するものとする（後述する表7及び表11においても同様）。

【0053】

表4にズームレンズ1の上記条件式(1)乃至(5)の値と、 f 、 Fno 及び 2ω の値を示す。

【0054】

【表 4】

式番号		
(1)	$n_1 - n_2$	0.3902
(2)	$v_1 - v_2$	66.5
(3)	$ n_2 - n_3 $	0.0603
(4)	v_{23}	119.1
(5)	ΔP_{23}	0.0955
	f	1.0~39.02
	F_{no}	1.87~3.50
	2ω	2.50~82.95

【0055】

図2乃至図4にズームレンズ1の広角端、広角端と望遠端との中間焦点位置及び望遠端における球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図をそれぞれ示す。なお、球面収差図において、実線はe線、破線はC線（波長656.3nm）、一点鎖線はg線（波長435.8nm）における値を示すものであり、非点収差図において、実線はサジタル像面、破線はメリディオナル像面における値を示すものである。

【0056】

表5に第2の実施の形態にかかるズームレンズ2の数値実施例における各値を示す。

【0057】

【表 5】

s i	r i	d i	n i	v i
s 1	r 1=66.2882	d 1=1.6539	n 1=1.58913	v 1=61.3
s 2	r 2=20.6541	d 2=6.4156		
s 3	r 3=49.1034	d 3=3.3840	n 2=1.65844	v 2=50.9
s 4	r 4=-572.0262	d 4=0.2347		
s 5	r 5=58.5826	d 5=1.0650	n 3=1.6980	v 3=55.5
s 6	r 6=24.3020	d 6=5.8909		
s 7	r 7=46.5948	d 7=3.3143	n 4=1.48749	v 4=70.4
s 8	r 8=-66.8306	d 8=0.3892		
s 9	r 9=24.7720	d 9=0.5195	n 5=1.84666	v 5=23.8
s 10	r 10=16.7406	d 10=5.3035	n 6=1.49700	v 6=81.6
s 11	r 11=-22.2555	d 11=0.5454	n 7=1.51680	v 7=64.2
s 12	r 12=-115.7020	d 12=0.2226		
s 13	r 13=15.1221	d 13=2.2851	n 8=1.48749	v 8=70.4
s 14	r 14=-251.5416	d 14=0.4697		
s 15	r 15=-176.6693	d 15=0.2684	n 9=1.88300	v 9=40.8
s 16	r 16=3.7243	d 16=1.0796		
s 17	r 17=-4.9431	d 17=0.8723	n 10=1.77250	v 10=49.6
s 18	r 18=3.1824	d 18=1.5335	n 11=1.84666	v 11=23.8
s 19	r 19=42.0484	d 19=14.5700		
s 20	r 20= ∞ (絞り)	d 20=0.6009		
s 21	r 21=10.9772	d 21=1.3420	n 12=1.58913	v 12=61.3
s 22	r 22=-10.1735	d 22=0.1715		
s 23	r 23=12.1984	d 23=0.5412	n 13=1.84666	v 13=23.8
s 24	r 24=5.2935	d 24=1.3420	n 14=1.58913	v 14=61.3
s 25	r 25=-11.5611	d 25=0.4760		
s 26	r 26=-11.1945	d 26=0.5625	n 15=1.80420	v 15=46.5
s 27	r 27=12.9747	d 27=0.7027		
s 28	r 28=-9.2151	d 28=1.4091	n 16=1.64769	v 16=33.8
s 29	r 29=5.1631	d 29=1.4091	n 17=1.84666	v 17=23.8
s 30	r 30=-46.6994	d 30=7.1656		
s 31	r 31=12.3391	d 31=1.5433	n 18=1.48749	v 18=70.4
s 32	s 32=-10.7894	d 32=0.5325		
s 33	s 33=5.2113	d 33=2.2467	n 19=1.58913	v 19=61.3
s 34	s 34=-4.2705	d 34=0.6855	n 20=1.84666	v 20=23.8
s 35	s 35=-31.8581	d 35=1.2719		
s 36	s 36= ∞ (フィルタ)	d 36=1.6625	n FL=1.51680	v FL=64.2
s 37	s 37= ∞ (フィルタ)	d 37=0.7970		
		0.0000		

【0058】

上記表 5 に示すように、ズームレンズ 2 のズーミング及びフォーカシングに伴う動作によって面間隔 d 14、d 19、d 25 及び d 30 は可変 (variable) となる。そこで、表 6 に広角端 (f=1.00)、望遠端 (f=39.1

3) 及び広角端と望遠端との中間焦点位置 ($f = 19.56$) における $d14$ 、 $d19$ 、 $d25$ 及び $d30$ の各値を示す。

【0059】

【表6】

焦点距離 (f)	1.00	19.56	39.13
画角 (2ω)	82.21	5.08	2.46
$d14$	0.5368	12.8688	14.1923
$d19$	14.8645	2.5320	1.2091
$d25$	0.4727	5.5619	3.5454
$d30$	6.8242	1.7355	3.7528

【0060】

また、第3レンズ群 $G r 3$ 及び第5レンズ群 $G r 5$ において、第13レンズ $L 13$ の面 $s 21$ 及び第19レンズ $L 19$ の面 $s 33$ は非球面に形成されている。表7に上記面 $s 21$ 及び $s 33$ の4次、6次、8次、10次の非球面係数 $A 4$ 、 $A 6$ 、 $A 8$ 、 $A 10$ を示す。

【0061】

【表7】

非球面係数	$A 4$	$A 6$	$A 8$	$A 10$
$s 21$	$-6.546E-04$	$-2.577E-05$	$4.316E-06$	$-2.326E-07$
$s 33$	$1.882E-04$	$1.641E-05$	$-1.887E-06$	$1.300E-06$

【0062】

表8にズームレンズ2の上記条件式(1)乃至(5)の値と、 f 、 $F n o$ 及び 2ω の値を示す。

【0063】

【表8】

式番号		
(1)	$n1 - n2$	0.3497
(2)	$v1 - v2$	57.8
(3)	$ n2 - n3 $	0.0198
(4)	$v23$	87.8
(5)	$\Delta P 23$	0.0396
	f	1.0~39.02
	$F n o$	1.88~3.00
	2ω	2.45~83.03

【0064】

図6乃至図8にズームレンズ2の広角端、広角端と望遠端との中間焦点位置及び望遠端における球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図をそれぞれ示す。なお、球面収差図において、実線はe線、破線はC線（波長656.3nm）、一点鎖線はg線（波長435.8nm）における値を示すものであり、非点収差図において、実線はサジタル像面、破線はメリディオナル像面における値を示すものである。

【0065】

表9に第3の実施の形態にかかるズームレンズ3の数値実施例における各値を示す。

【0066】

【表9】

s i	r i	d i	n i	v i
s 1	r 1=138.4722	d 1=1.8107	n 1=1.58913	v 1=61.3
s 2	r 2=22.4749	d 2=9.5463		
s 3	r 3=204.2751	d 3=4.7628	n 2=1.65844	v 2=50.9
s 4	r 4=-77.7380	d 4=6.0572		
s 5	r 5=41.8463	d 5=0.8308	n 3=1.88300	v 3=40.8
s 6	r 6=21.4914	d 6=3.7774	n 4=1.48749	v 4=70.4
s 7	r 7=-88.7216	d 7=0.0692		
s 8	r 8=23.0428	d 8=0.6777	n 5=1.84666	v 5=23.8
s 9	r 9=17.7950	d 9=4.0167	n 6=1.45650	v 6=90.3
s 10	r 10=-30.0894	d 10=0.4154	n 7=1.51680	v 7=64.2
s 11	r 11=-1498.1836	d 11=0.0692		
s 12	r 12=17.1194	d 12=2.3660	n 8=1.48749	v 8=70.4
s 13	r 13=-159.8185	d 13=0.4847		
s 14	r 14=61.0411	d 14=0.2769	n 9=1.88300	v 9=40.8
s 15	r 15=3.8574	d 15=1.2958		
s 16	r 16=-5.0162	d 16=1.0385	n 10=1.77250	v 10=49.6
s 17	r 17=3.5572	d 17=1.5652	n 11=1.84666	v 11=23.8
s 18	r 18=49.6140	d 18=15.8004		
s 19 絞り	r 19= ∞	d 19=0.6200		
s 20	r 20=10.7776	d 20=2.1463	n 12=1.58913	v 12=61.3
s 21	r 21=-13.2443	d 21=0.2769		
s 22	r 22=12.0398	d 22=1.1230	n 13=1.84666	v 13=23.8
s 23	r 23=5.2197	d 23=1.4341	n 14=1.58913	v 14=61.3
s 24	r 24=-11.6001	d 24=0.4847		
s 25	r 25=-15.6400	d 25=0.2769	n 15=1.80420	v 15=46.5
s 26	r 26=15.5021	d 26=0.2883		
s 27	r 27=-28.0035	d 27=0.2769	n 16=1.64769	v 16=33.8
s 28	r 28=4.1174	d 28=0.6246	n 17=1.84666	v 17=23.8
s 29	r 29=16.4185	d 29=6.5532		
s 30	r 30=14.9482	d 30=0.9614	n 18=1.48749	v 18=70.4
s 31	r 31=-10.0348	d 31=0.0692		
s 32	r 32=4.4209	d 32=1.5644	n 19=1.58913	v 19=61.3
s 33	r 33=-7.2877	d 33=0.2769	n 20=1.84666	v 20=23.8
s 34	r 34=125.4468	d 34=1.3124		
s 35 フィルタ	r 35= ∞	d 35=1.7154	n FL=1.51680	v FL=64.2
s 36 フィルタ	r 36= ∞			

【0067】

上記表9に示すように、ズームレンズ3のズーミング及びフォーカシングに伴う動作によって面間隔d13、d18、d24及びd29は可変(variable)

le) となる。そこで、表 10 に広角端 ($f = 1.00$)、望遠端 ($f = 40.08$) 及び広角端と望遠端との中間焦点位置 ($f = 20.01$) における d_{13} 、 d_{18} 、 d_{24} 及び d_{29} の各値を示す。

【0068】

【表 10】

焦点距離 (f)	1.00	20.1	40.08
画角 (2ω)	87.93	5.71	2.51
d ₁₄	0.4847	13.8656	15.5227
d ₁₈	15.8004	2.4194	0.7616
d ₂₄	0.4847	5.8630	0.6428
d ₂₉	6.5532	1.1770	6.4017

【0069】

また、第 3 レンズ群 Gr 3 及び第 5 レンズ群 Gr 5 において、第 13 レンズ L₁₃ の面 s₂₀ 及び第 19 レンズ L₁₉ の面 s₃₂ は非球面に形成されている。表 11 に上記面 s₂₀ 及び s₃₂ の 4 次、6 次、8 次、10 次の非球面係数 A₄、A₆、A₈、A₁₀ を示す。

【0070】

【表 11】

非球面係数	A ₄	A ₆	A ₈	A ₁₀
s ₂₀	-5.873E-04	-1.478E-05	1.957E-06	-7.235E-08
s ₃₂	1.087E-04	-1.617E-04	3.288E-05	-2.183E-06

【0071】

表 12 にズームレンズ 3 の上記条件式 (1) 乃至 (5) の値と、 f 、 F_{no} 及び 2ω の値を示す。

【0072】

【表 12】

式番号		
(1)	$n1 - n2$	0.3902
(2)	$v1 - v2$	66.5
(3)	$ n2 - n3 $	0.0603
(4)	$v23$	128.7
(5)	$\Delta P23$	0.1122
	f	1.0~40.08
	Fno	1.82~3.41
	2ω	2.51~87.9

【0073】

図10乃至図12にズームレンズ3の広角端、広角端と望遠端との中間焦点位置及び望遠端における球面収差図、非点収差図及び歪曲収差図をそれぞれ示す。なお、球面収差図において、実線はe線、破線はC線（波長656.3nm）、一点鎖線はg線（波長435.8nm）における値を示すものであり、非点収差図において、実線はサジタル像面、破線はメリディオナル像面における値を示すものである。

【0074】

以上に記載したように、本発明は、40倍程度のズーム比を備え、画角は広角端においては82度以上、望遠端においては2.6度以下と超広角域から超望遠域までをカバーしつつ、各種収差の補正が良好に為され、さらに、量産性に優れたズームレンズ、特に、民生用のビデオカメラ用として好適なズームレンズを提供することができる。


【0075】

なお、上記した各実施の形態において示した各部の形状や数値は、何れも本発明を実施するに際して行う具体化のほんの一例を示したものに過ぎず、これらによって、本発明の技術的範囲が限定的に解釈されることがあってはならないものである。

【0076】

【発明の効果】

以上に記載したところから明らかなように、本発明ズームレンズは、物体側より順に配列された、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有し、主



としてズーミング（変倍）を行うために光軸方向に移動可能とされた第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、負の屈折力を有し、ズーミング中における焦点位置の変動を補正すると共に焦点合わせを行うために光軸方向に移動可能とされた第4レンズ群と、正の屈折力を有する第5レンズ群とから成り、上記第1レンズ群は、物体側から順に配列された凹レンズと凸レンズと真ん中に特殊低分散ガラスから成るレンズを挟み込んだ3枚接合レンズを少なくとも1つつ有することを特徴とする。

【0077】

従って、本発明ズームレンズにあっては、画角が広角端において82度以上、望遠端において2.6度以下と超広角域から超望遠域までをカバーできて40倍程度のズーム比を有しつつ、各種収差が良好に補正されたズームレンズを得ることができる。また、特殊低分散ガラス製のレンズは3枚接合レンズの真ん中に位置されるので、レンズ研磨時や超音波洗浄中に発生した傷や潜傷を接合レンズ間に位置する接着材によって埋めることができ、且つ、接合することによって、コーティングも必要なくなるため、低コストで量産性に優れたズームレンズを得ることができる。

【0078】

請求項2に記載した発明にあっては、上記第1レンズ群内における3枚接合レンズが、物体側より順に配列された第1の凹レンズA1と特殊低分散ガラスで形成された凸レンズA2と第2の凹レンズA3とを有し、上記第1の凹レンズA1と凸レンズA2が、C線、d線、F線、g線における屈折率をそれぞれ n_C 、 n_d 、 n_F 、 n_g とし、また、 n_x をレンズA_x（3枚接合レンズのうち物体側よりx番目のレンズ。以下同じ）のd線における屈折率 n_d 、 v_x をレンズA_xのd線におけるアッベ数 $v_d = (n_d - 1) / (n_F - n_C)$ として、(1) $n_1 - n_2 > 0.3$ 及び (2) $v_1 - v_2 > 40$ という2つの条件式(1)、(2)を満足する材料で形成されたので、1次の色収差、特に、望遠端における1次の色収差をを良好に補正することができ、40倍という高倍率の実現に寄与する。

【0079】

請求項3及び請求項4に記載した発明にあっては、上記第1レンズ群内におけ

る 3 枚接合レンズが、物体側より順に配列された第 1 の凹レンズ A 1 と特殊低分散ガラスで形成された凸レンズ A 2 と第 2 の凹レンズ A 3 とから成り、上記凸レンズ A 2 と第 2 の凹レンズ A 3 とが、C 線、d 線、F 線、g 線における屈折率をそれぞれ n_C 、 n_d 、 n_F 、 n_g とし、また、 n_x をレンズ A x (3 枚接合レンズのうち物体側より x 番目のレンズ。以下同じ) の d 線における屈折率 n_d 、 v_x をレンズ A x の d 線におけるアッベ数 $v_d = (n_d - 1) / (n_F - n_C)$ 、 P_x をレンズ A x の部分分散比 $P = (n_g - n_F) / (n_F - n_C)$ として、(3) $|n_2 - n_3| < 0.1$ 、(4) $v_{23} > 80$ 、(5) $\Delta P_{23} > 0.03$ という 3 つの条件式 (3)、(4)、(5) を満足する材料で形成されたので、望遠側における 2 次の色収差、望遠端における球面収差、コマ収差、軸上色収差を良好に補正することができる。

【0080】

請求項 5 乃至請求項 8 に記載した発明にあつては、上記第 1 レンズ群が、物体側から順に配列された、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第 1 レンズと、凸レンズの第 2 レンズと、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第 3 レンズと、凸レンズの第 4 レンズと、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第 5 レンズ、凸レンズの第 6 レンズ及び物体側に凹面を向けた凹メニスカスレンズの第 7 レンズから成る 3 枚接合レンズと、凸レンズの第 8 レンズとによって構成されたので、像面湾曲、歪曲収差及び球面収差の補正が容易である。

【0081】

請求項 9 乃至請求項 12 に記載した発明にあつては、上記第 1 レンズ群が、物体側から順に配列された、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第 1 レンズと、凸レンズの第 2 レンズと、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第 3 レンズ及び凸レンズの第 4 レンズの接合レンズと、物体側に凸面を向けた凹メニスカスレンズの第 5 レンズ、凸レンズの第 6 レンズ及び物体側に凹面を向けた凹メニスカスレンズの第 7 レンズから成る 3 枚接合レンズと、凸レンズの第 8 レンズとによって構成されたので、像面湾曲、歪曲収差及び球面収差の補正が容易である。

【図面の簡単な説明】

**【図 1】**

図 2 乃至図 4 と共に本発明ズームレンズの第 1 の実施の形態を示すものであり、本図はレンズ構成を示す概略図である。

【図 2】

広角端における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図 3】

広角端と望遠端との中間焦点位置における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図 4】

望遠端における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図 5】

図 6 乃至図 8 と共に本発明ズームレンズの第 2 の実施の形態を示すものであり、本図はレンズ構成を示す概略図である。

【図 6】

広角端における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図 7】

広角端と望遠端との中間焦点位置における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図 8】

望遠端における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図 9】

図 10 乃至図 12 と共に本発明ズームレンズの第 3 の実施の形態を示すものであり、本図はレンズ構成を示す概略図である。


【図 10】

広角端における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図 11】

広角端と望遠端との中間焦点位置における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図 12】



望遠端における球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図 13】

市販されている硝材の幾つかを縦軸に屈折率を、横軸にアッペ数を取って分布させた図である。

【図 14】

市販されている硝材の幾つかを縦軸に部分分散比を、横軸にアッペ数を取って分布させ、且つ、標準線を表示した図である。

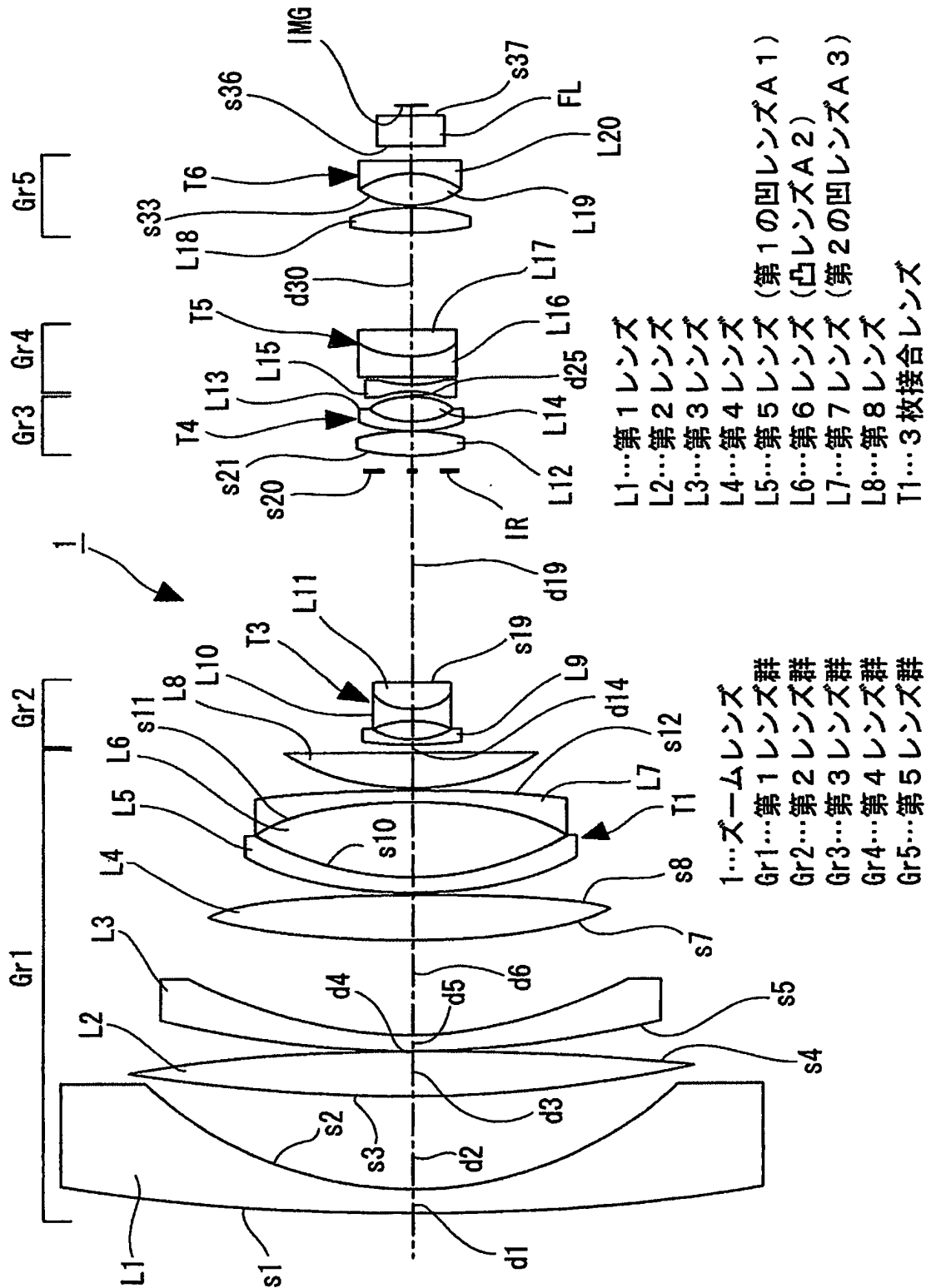
【符号の説明】

1…ズームレンズ、2…ズームレンズ、3…ズームレンズ、Gr1…第1レンズ群、Gr2…第2レンズ群、Gr3…第3レンズ群、Gr4…第4レンズ群、Gr5…第5レンズ群、L1…第1レンズ、L2…第2レンズ、L3…第3レンズ、L4…第4レンズ、L5…第5レンズ（第1の凹レンズA1）、L6…第6レンズ（凸レンズA2）、L7…第7レンズ（第2の凹レンズA3）、L8…第8レンズ、T1…3枚接合レンズ、

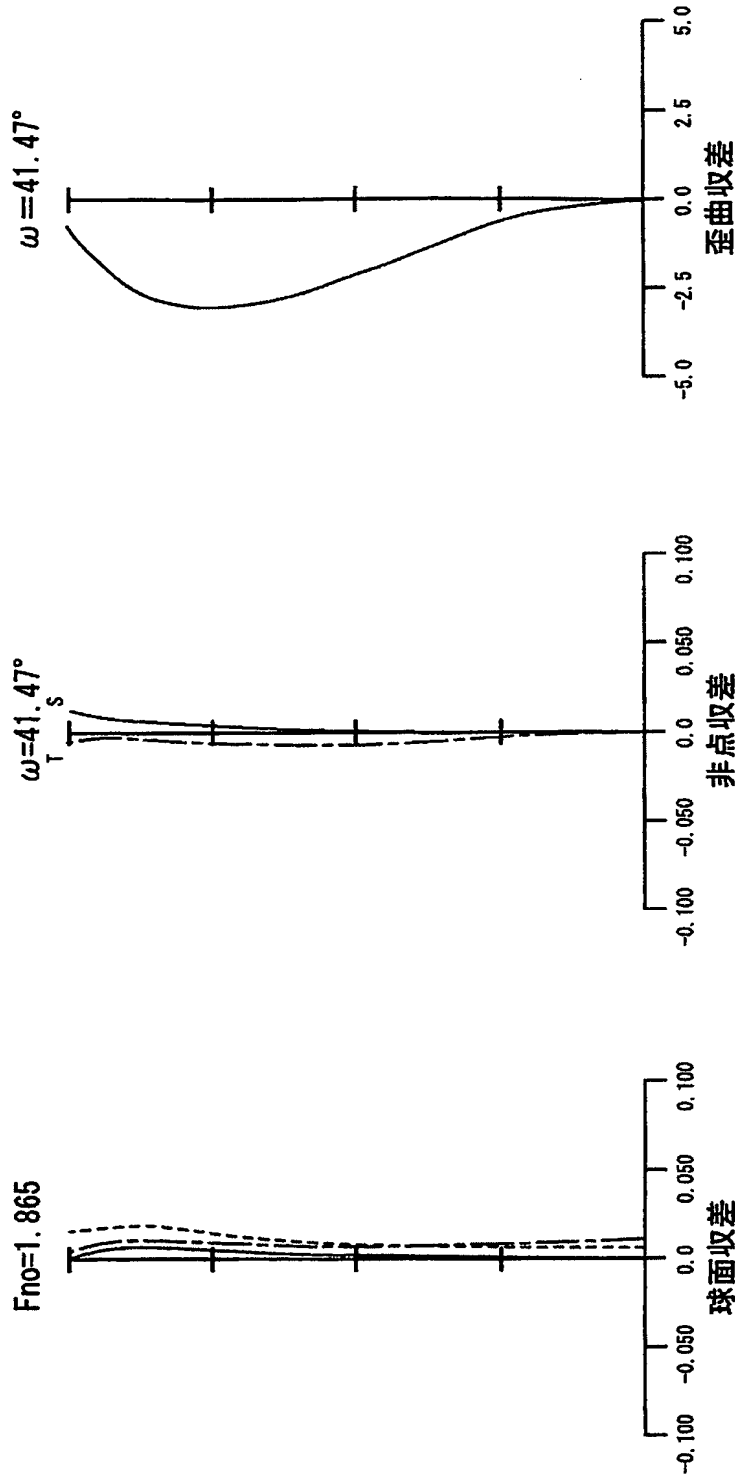
【書類名】

図面

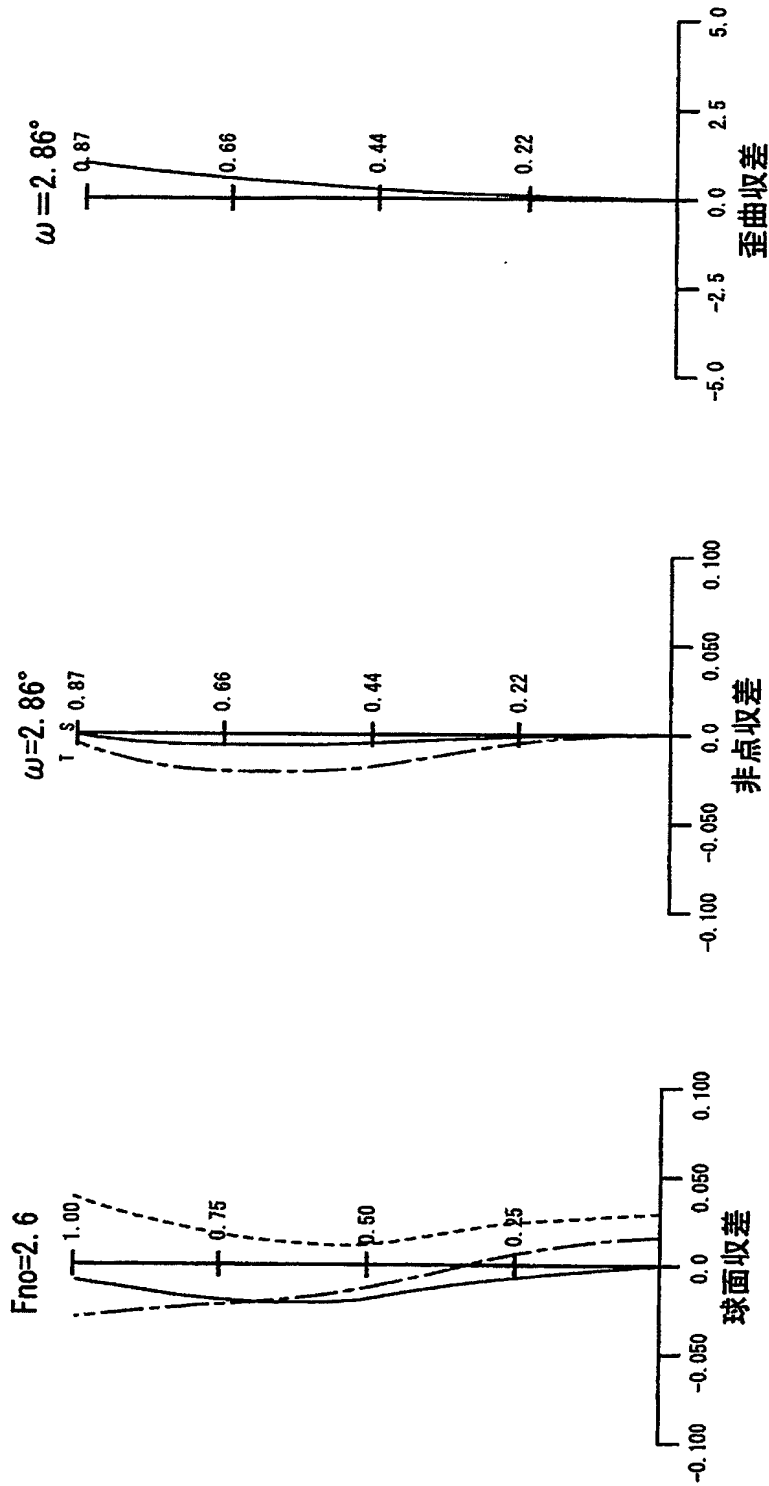
【図1】



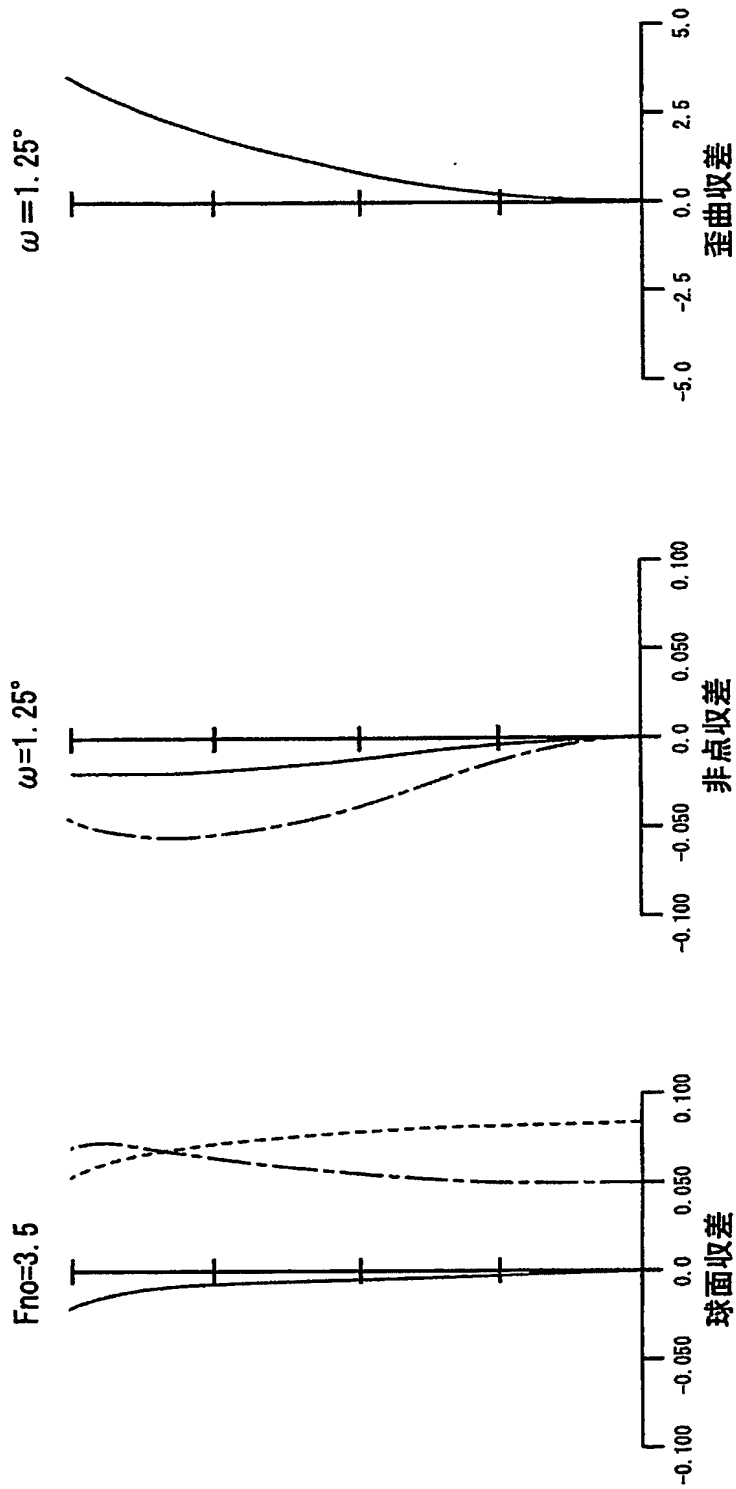
【図 2】



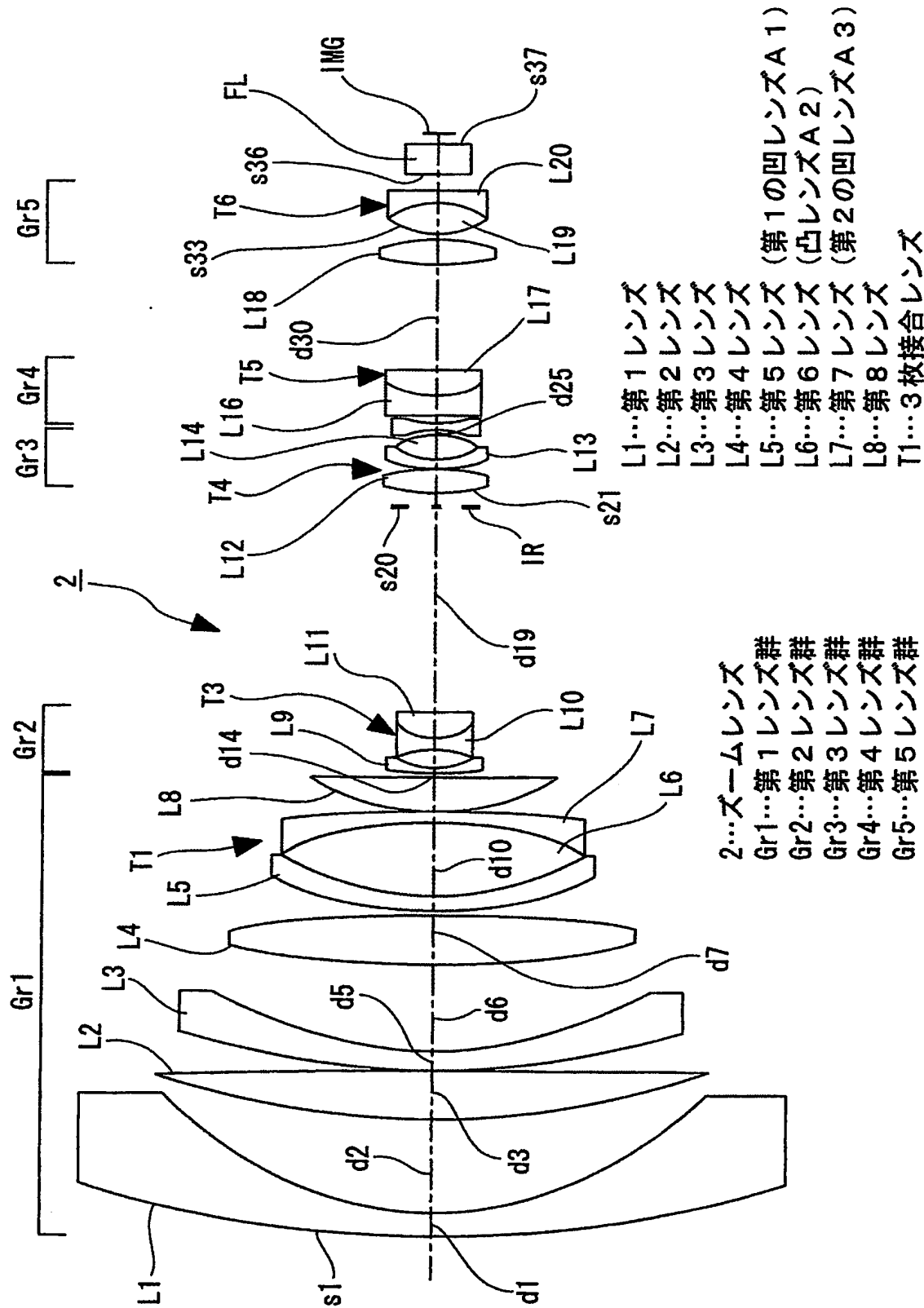
【図 3】



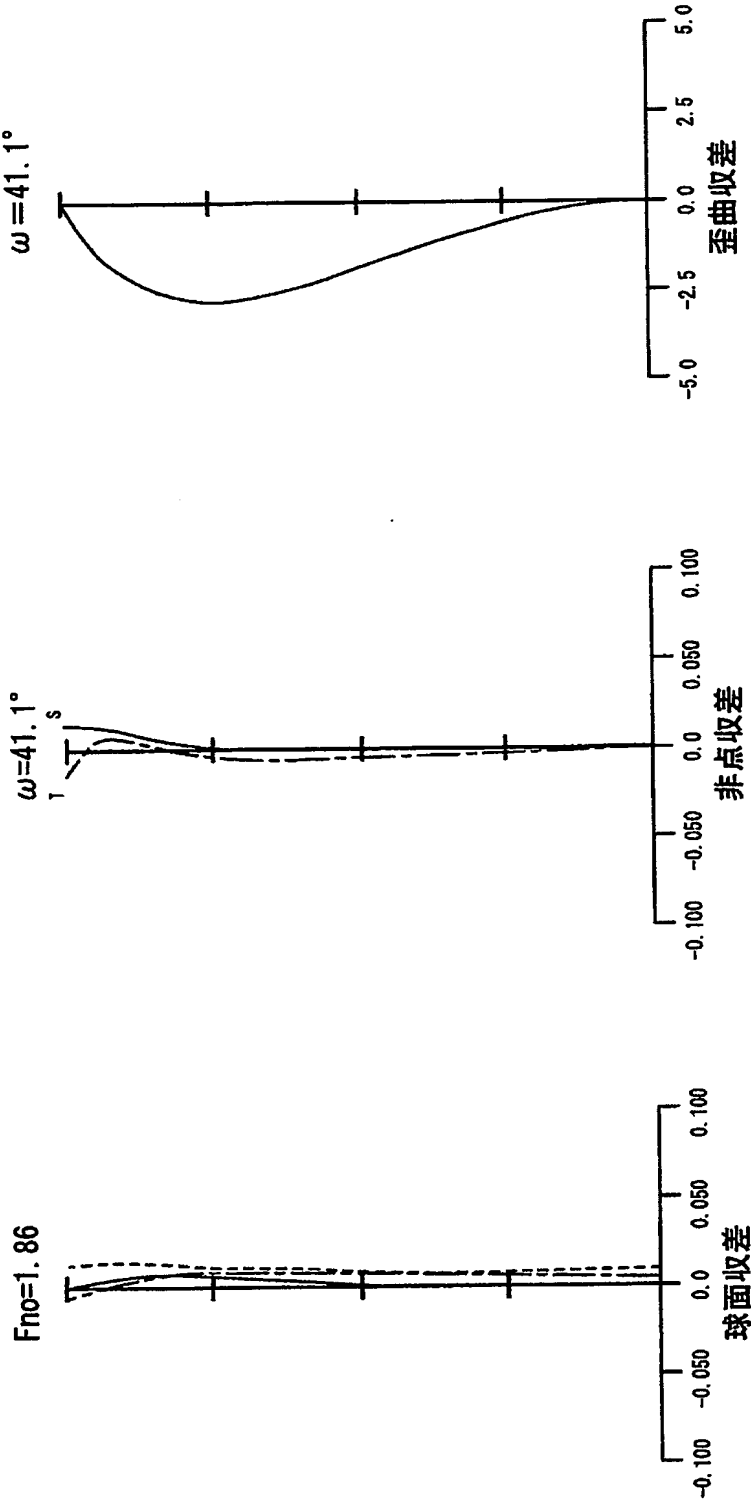
【図 4】



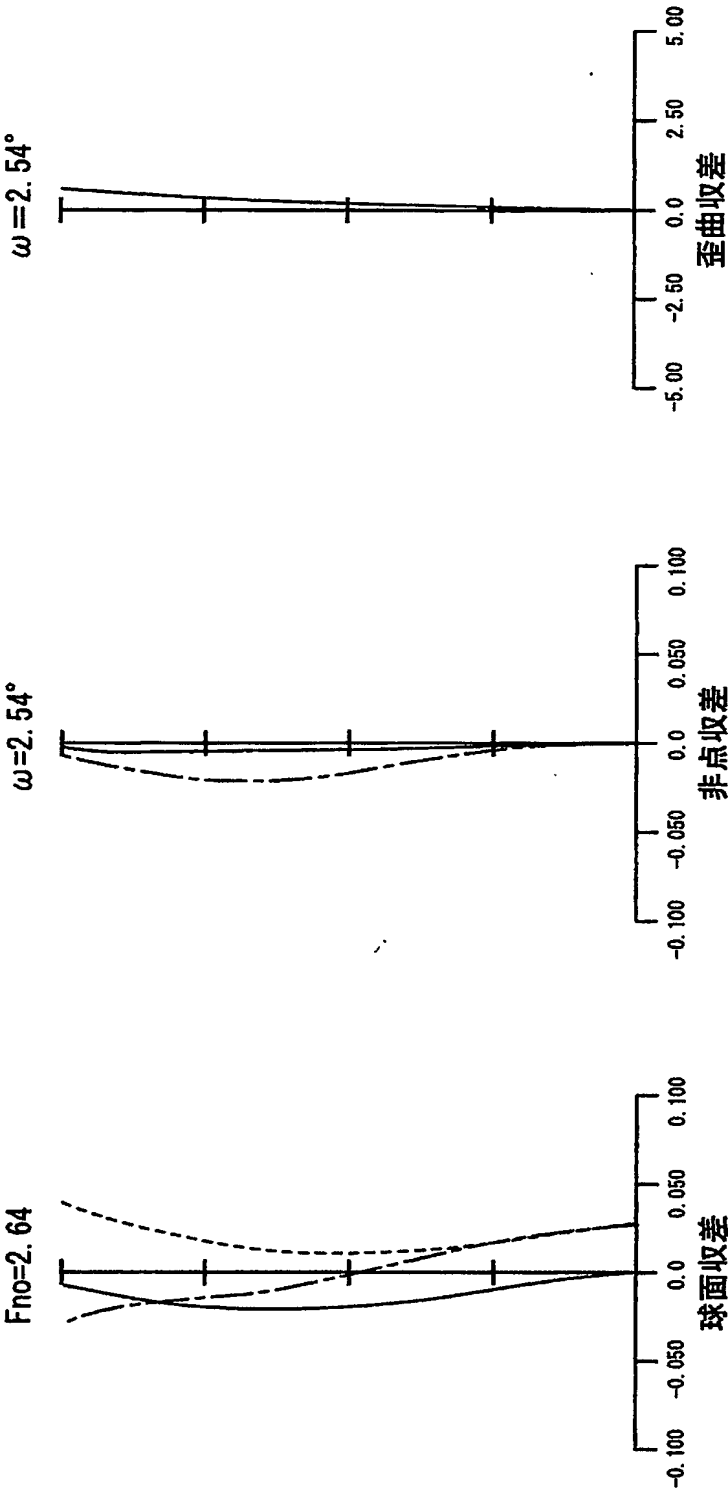
【図5】



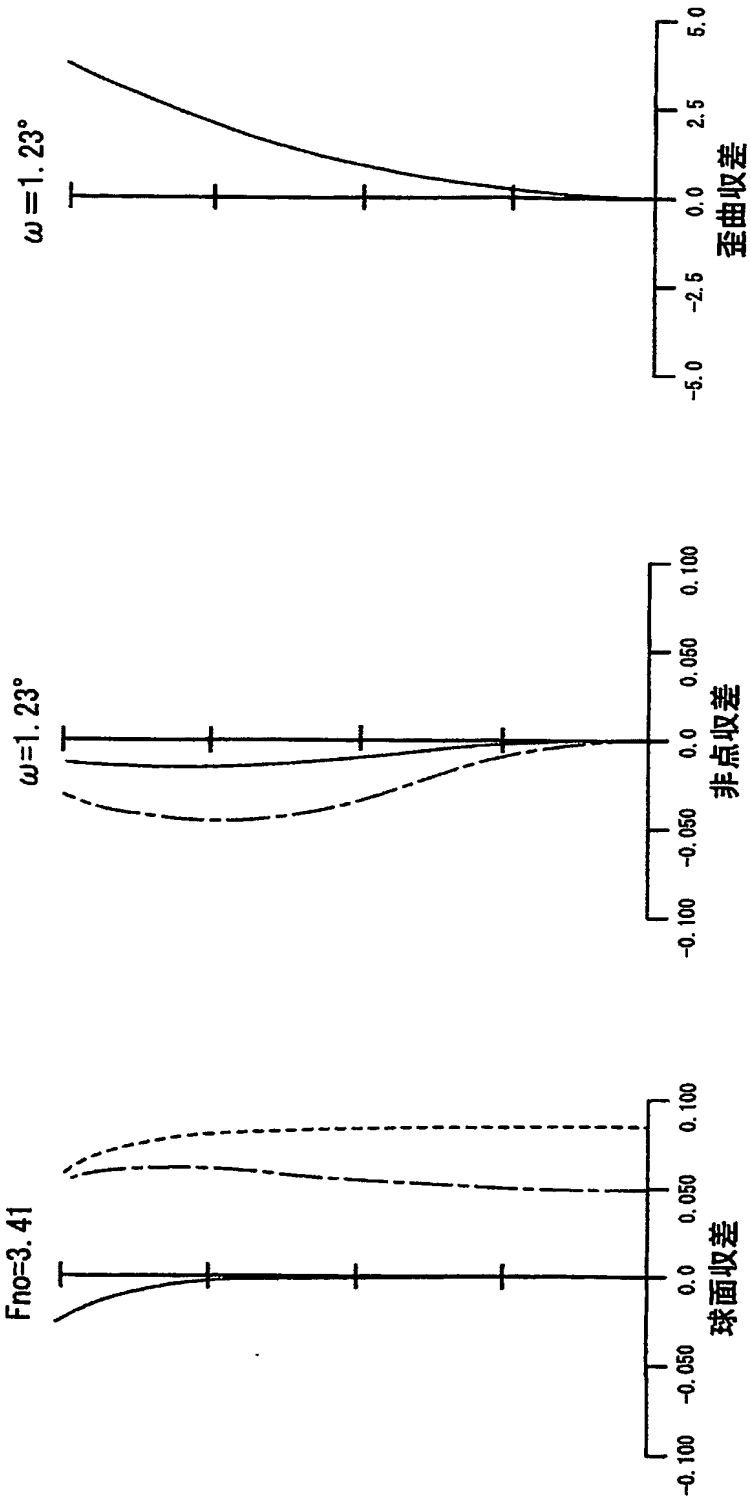
【図 6】



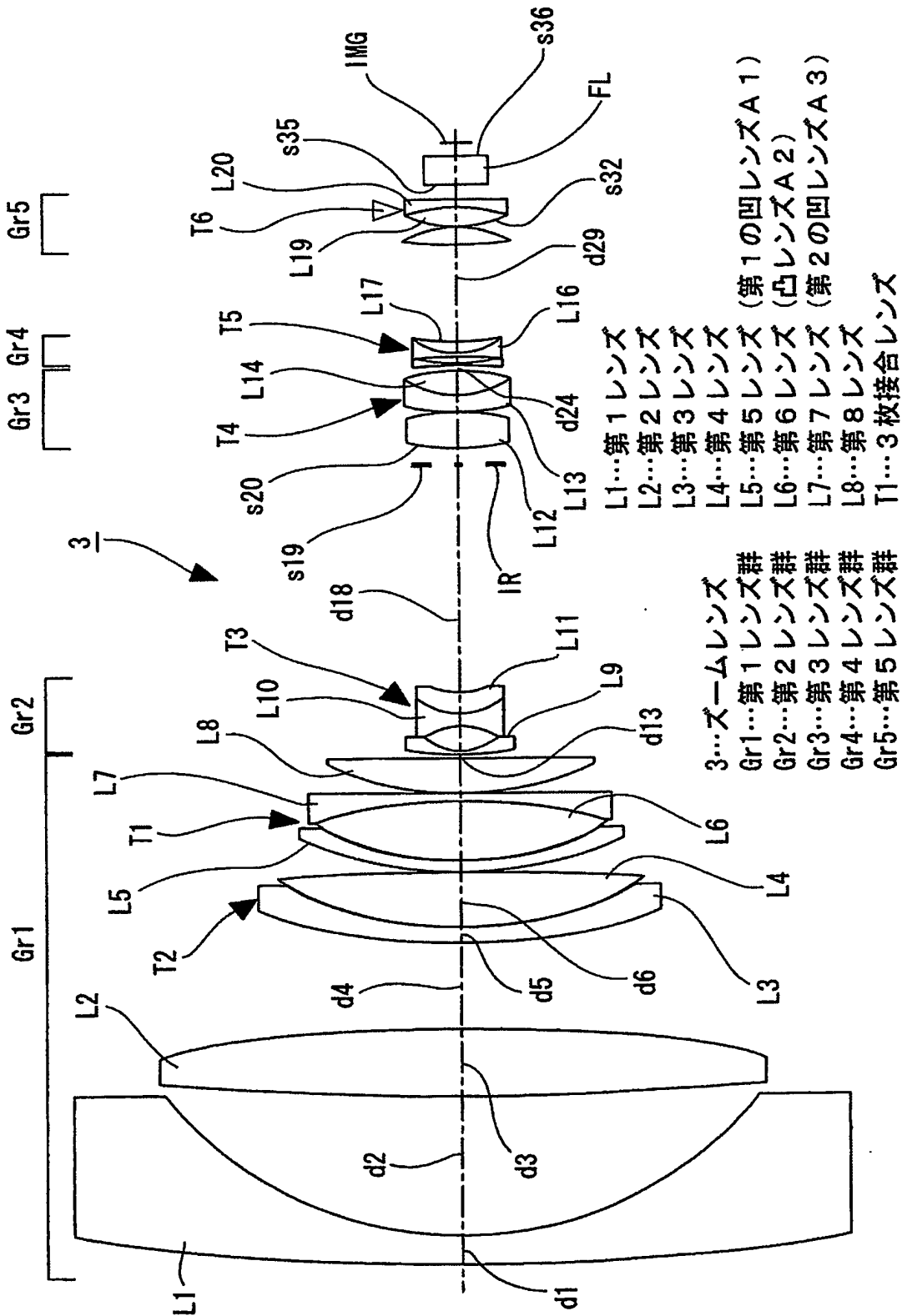
【図 7】



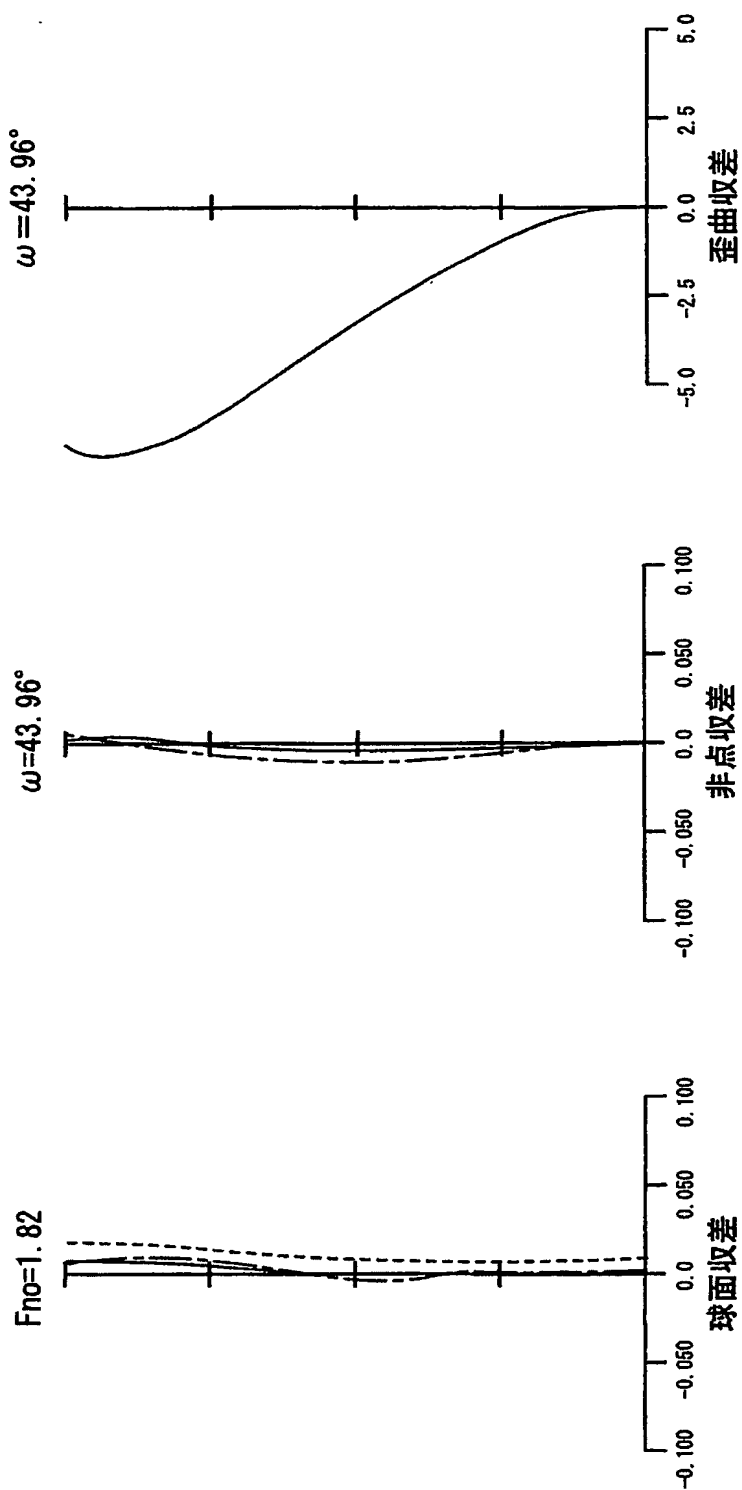
【図 8】



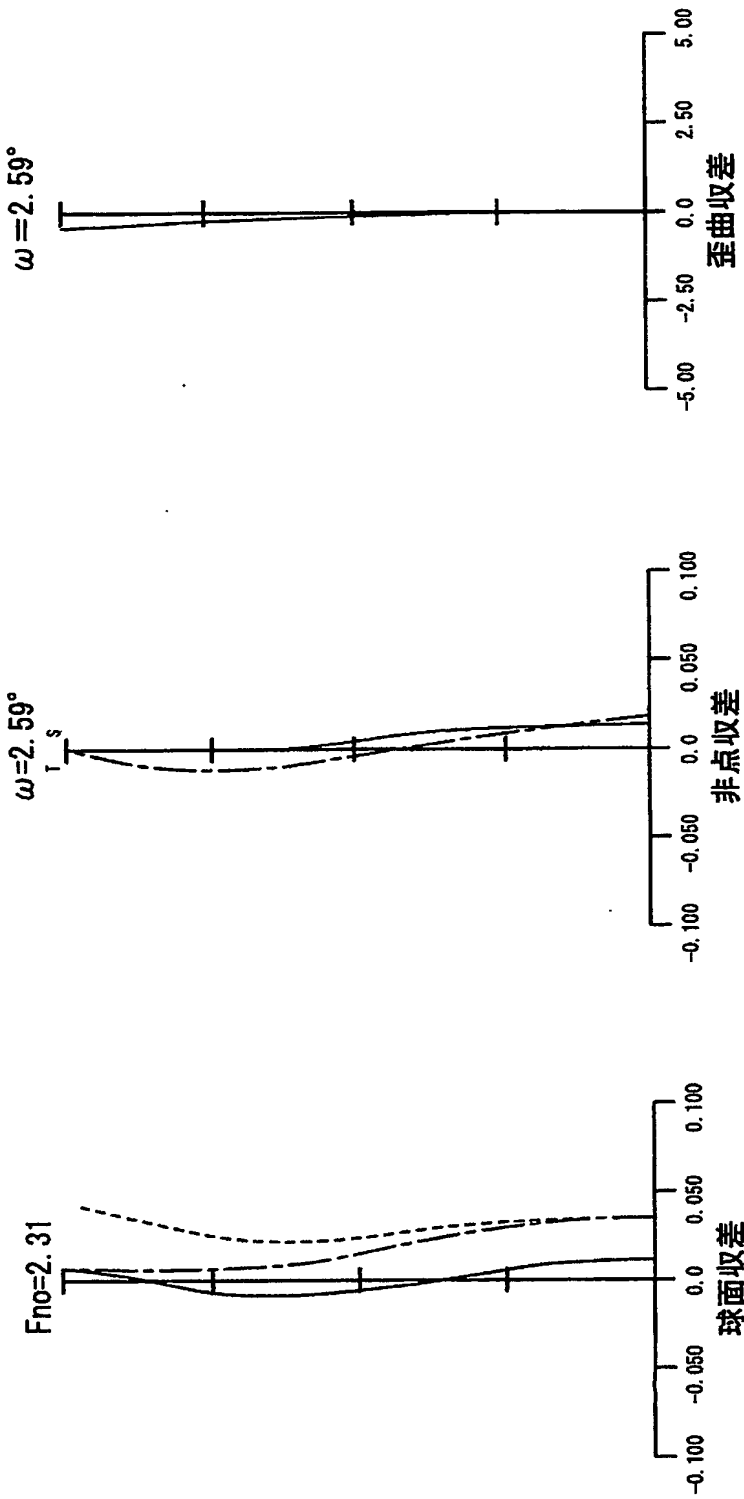
【図9】



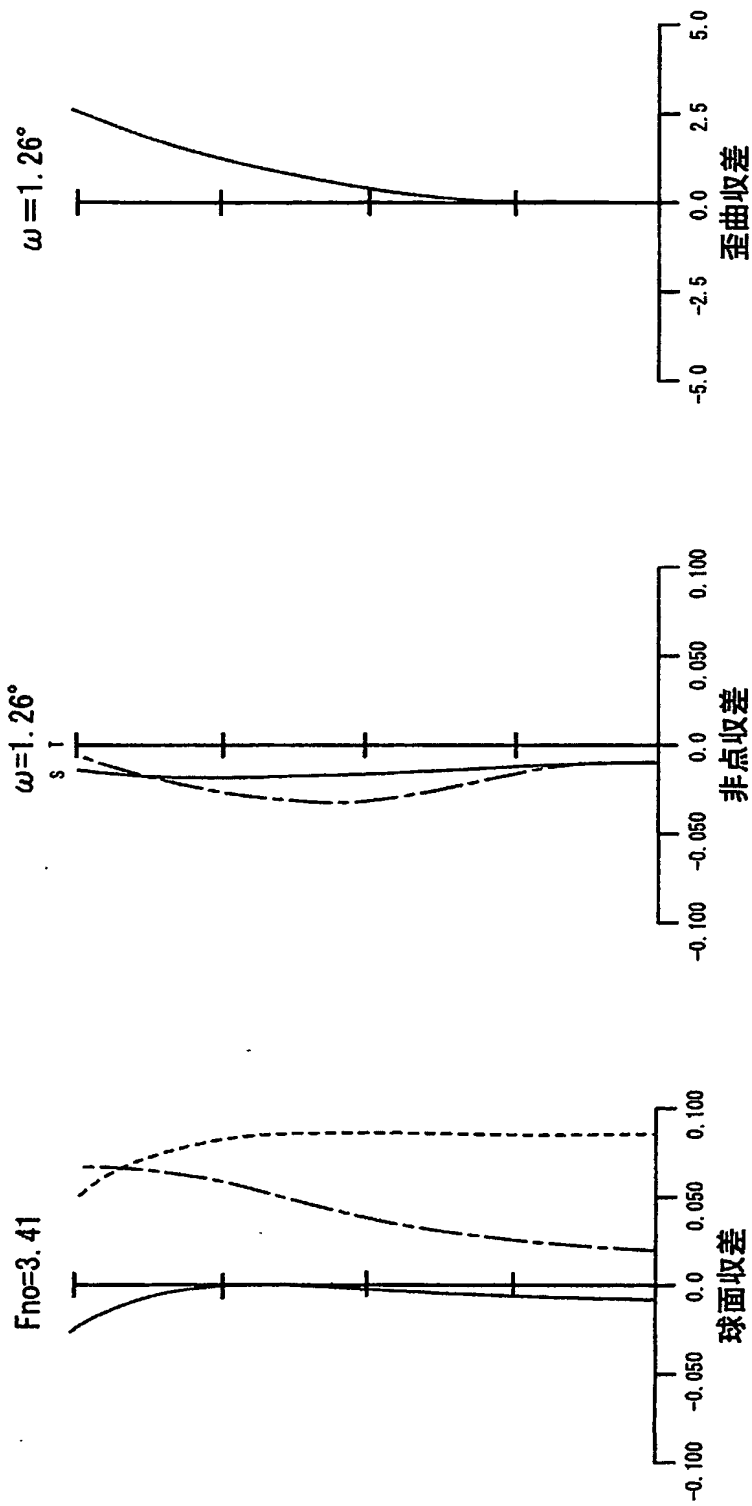
【図 10】



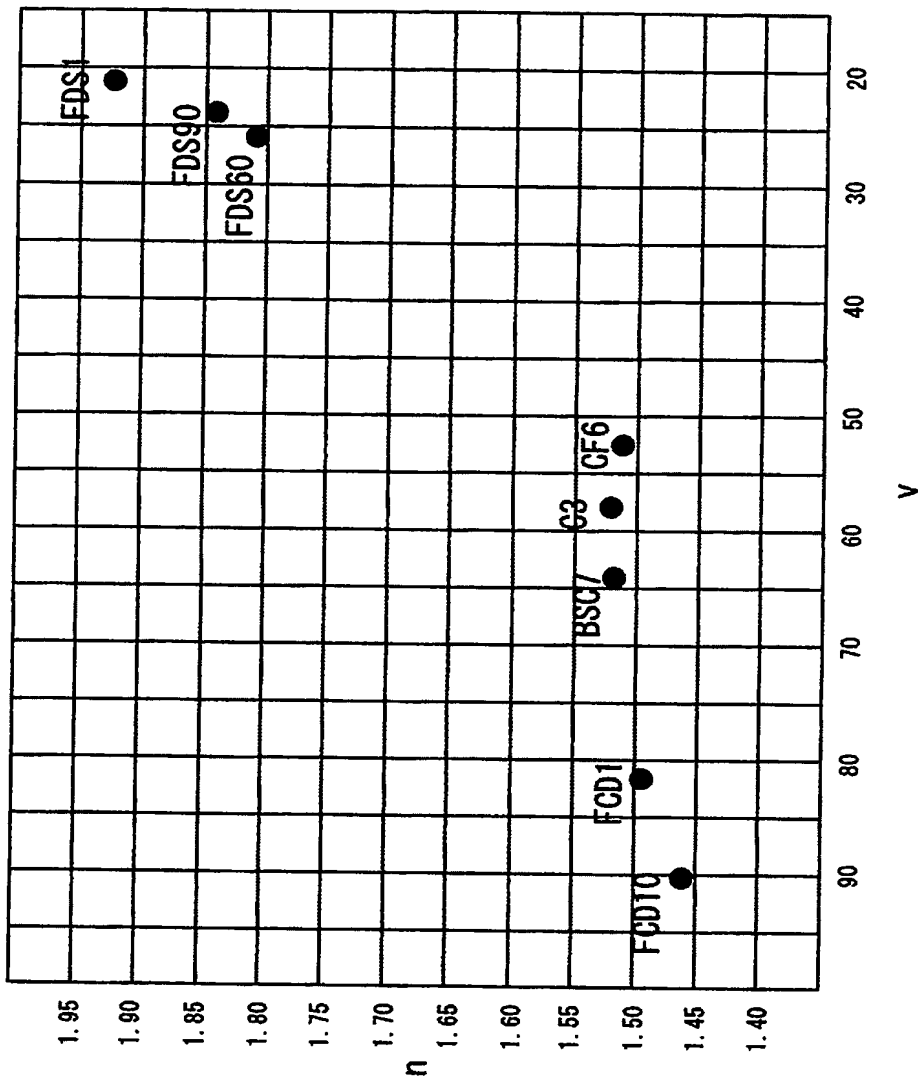
【図 11】



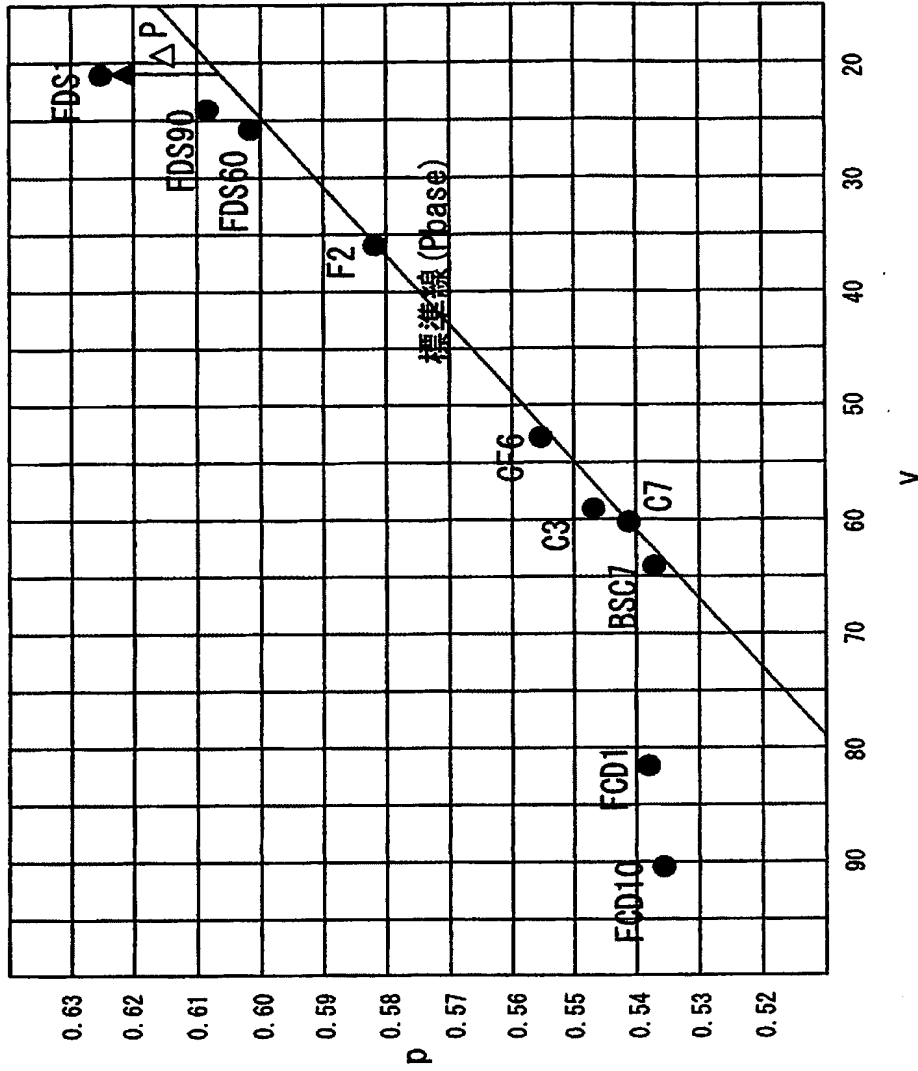
【図 12】



【図 13】



【図 14】



【書類名】

要約書

【要約】

【課題】 画角が広角端において82度以上、望遠端において2.6度以下と超広角域から超望遠域までをカバーできて40倍程度のズーム比を有しつつ、各種収差が良好に補正されていて、量産性に優れたズームレンズを提供することを課題とする。

【解決手段】 物体側より順に配列された、正の屈折力を有する第1レンズ群G_{r1}と、負の屈折力を有し、主としてズーミング（変倍）を行うために光軸方向に移動可能とされた第2レンズ群G_{r2}と、正の屈折力を有する第3レンズ群G_{r3}と、負の屈折力を有し、ズーミング中における焦点位置の変動を補正すると共に焦点合わせを行うために光軸方向に移動可能とされた第4レンズ群G_{r4}と、正の屈折力を有する第5レンズ群G_{r5}とから成り、上記第1レンズ群は、物体側から順に配列された凹レンズと凸レンズと真ん中に特殊低分散ガラスから成るレンズL₆を挟み込んだ3枚接合レンズT₁を少なくとも1つつ有する。

【選択図】

図1

特願 2003-009718

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000002185]

1. 変更年月日

1990年 8月30日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都品川区北品川6丁目7番35号

氏 名

ソニー株式会社